

Jarkko Joela

# Venttiilien tuotantoprosessin kehittäminen tuotannon ohjauspisteen muutoksella

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalouden koulutusohjelma

Insinöörityö

29.5.2018

Tekijä Otsikko  Sivumäärä Aika	Jarkko Joela Venttiilien tuotantoprosessin kehittäminen tuotannon ohjauspisteen muutoksella 34 sivua + 2 liitettä 29.5.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	tuotantotalous
Ohjaajat	yliopettaja Antero Putkiranta tuotantopäällikkö Jouni Kottari
<p>Insinööriytyön aiheena oli tuotantoprosessin kehittäminen, tuotannon ohjauspisteen muutoksella, kohdeyritys Fläkt Woods Oy:n Toijalan yksikössä. Tavoitteena oli kuvata ja analysoida Fläkt Woods Oy:n Toijalan yksikön venttiiliosaston nykytilaa, tutustua erilaisiin ohjaustapoihin sekä etsiä vaihtoehtoja osien kierron parantamiseksi ja keskeneräisen tuotannon määrän vähentämiseksi. Myös tutkimuksen ja havaintojen pohjalta tehdyt parannusehdotukset kuuluivat tavoitteisiin. Työ tehtiin keskittymällä yhteen tuoteryhmään ja tutkimalla sen varastojen käyttäytymistä. Tutkimustyö on osa kohdeyrityksen laajempaa tuotannon muutoksiin liittyvää kehitysprojektia.</p> <p>Tietopohjaisuus sisältää teoriaa toiminnanohjauksesta, materiaalinhallinnasta, leanista ja tuotantoprosessien kehittämisestä. Toiminnanohjauksesta esitellään pääperiaatteet, materiaalinhallinnassa sen tavoitteet ja keskeiset termit varastoinnista. Lean osuudessa tutustutaan sen työkaluihin, jotka oleellisesti linkittyvät tuotantoprosessin kehittämiseen.</p> <p>Lähtötilanne osiossa kuvataan tuotannon nykytilaa ja tutkimustyön tavoitteita tarkennetaan. Samassa osiossa haasteet havainnoidaan ja kehityskohteet jäsennellään erikseen nopeasti tehtäviin helppoihin ratkaisuihin ja isompaan yhteistyötä vaativaan tuotannonohjauksen suunnitteluun.</p> <p>Tuotannonohjauksen suunnittelu sisältää toimenpiteitä miten muutosprosessia ryhdyttiin tekemään. Siinä keskitytään kuvaamaan miten työvaiheita, nimikkeitä ja ohjeita suunniteltiin ja miten muuteen pilottihankkeesta muodostettiin koko venttiiliosastoa koskeva tuotannonohjaustavan muutosprojekti.</p> <p>Tutkimuksen tulokset olivat taloudelliset säästöt, työskentelytilan lisääntyminen ja läpimenoajan lyhentyminen. Kopioimalla ohjaustapa koko tuotantoon, arvioitiin tulosten olevan merkittäviä.</p> <p>Kun lähtötilanne ja teoriat saatiin havainnollistettua ja työkaluja käytettyä hyväksi, oli jatkotutkimustarpeidenkin määrittely paljon helpompaa. Lopuksi annettiin toimenpide-ehdotuksia parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi.</p>	
Avainsanat	toiminnanohjaus,lean, materiaalinhallinta, varasto

Author Title Number of Pages Date	Jarkko Joela Development of a valve production process by changing production control point 34 pages + 2 appendices 29 May 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial Engineering and Management
Instructors	Antero Putkiranta, Principal Lecturer Jouni Kottari, Production Manager
<p>The subject of the thesis was development by a change of the production control point of the production process at Fläkt Woods Oy Toijala unit. The aim was to describe and analyze the current state of the valve department of Fläkt Woods Oy Toijala unit, to explore different control methods, and to look for alternatives to improve the inventory turnover and reduce the amount of work in progress. Suggestions for improvement based on the study and findings were also part of the objectives. The study was done by focusing on one product group and by studying its stock behavior. The study is part of a larger development project of the company related to changes in production.</p> <p>The theoretical part includes theory related to resource management, material management, lean, and the development of production processes. The guiding principles of business management are presented and in the part of material management, its objectives and key terms of stocks are presented. The lean part focuses on the tools that are essentially linked with the development of the production process.</p> <p>The part describing the starting situation the current state of production, and the objectives of the study are defined. The challenges are observed and the development objects are structured separately for easy solutions and for need of greater collaboration in production control planning.</p> <p>Production control planning includes actions on how the change process was started. It focuses on describing how work phases, titles and instructions were designed and how otherwise the project of production control concerning the entire valve department was created from the pilot project.</p> <p>The results of the study were economical savings, increased working space and shortened lead times. By copying the control to the whole production, the results were estimated to be significant</p> <p>By understanding the baseline of the production and the theories that have an influence on the big picture the best possible result can be reached. When they are demonstrated and the tools used, it is much easier to define further research needs. Finally, suggestions are presented to achieve the best possible result.</p>	
Keywords	operations control, lean, materials management, inventory

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Toiminnanohjaus ja materiaalinhallinta	5
2.1	Valmistuksen ohjaus	5
2.2	Tilauksen kohdentamispiste	7
2.3	Kapasiteetti	8
2.4	Läpimenoaika	8
2.5	Materiaalinhallinnan tavoitteet	9
2.6	Varastojen suunnittelu	11
2.7	Varastojen luokittelu	12
2.8	Varaston valvonta	13
3	Lean ja tuotantoprosessin kehittäminen	15
3.1	Työkaluja	15
3.2	JIT-tuotanto	18
3.3	Tuotantoprosessin kehittäminen	19
4	Venttiiliosaston lähtötilanne	22
4.1	Pilottihankkeen lähtötiedot	22
4.2	Haasteet	25
4.3	Kehityskohteet	26
5	Tuotannonohjauksen suunnittelu	27
5.1	Suunnittelun lähtökohdat ja tavoitteet	27
5.2	Työvaiheiden, nimikkeiden ja ohjeiden suunnittelu	28
5.3	Varastotasojen suunnittelu	28
6	Johtopäätökset ja yhteenveto	30
6.1	Sitouttaminen	30
6.2	Jatkotoimenpiteiden suositukset	31
6.3	Yhteenveto	32
	Lähteet	34

## Liitteet

Liite 1. Pilotin tietojen Excel-tilukko

Liite 2. Tilaukrajat tilaukohjautuville tuotteille

## Lyhenteet

ATO	Assemble-to-order. Asiakasohjautuva tuotantomuoto.
CV	CleanVent. Pinnoite joka estää lian tarttumisen.
ETO	Engineer-to-order. Asiakasohjautuvaan tuotesuunnitteluun perustuva tuotantomuoto.
FIFO	First In First Out. Varaston ohjaustapa, jossa ensinnä varastoon tullut tuote lähtee varastosta myös ensin.
JIT	Just-In-Time. Tuotannon toiminnanohjausmalli, jonka tavoitteena on valmistaa hyödykkeitä vain todelliseen tarpeeseen.
KET	Keskeneräinen tuotanto. Usein talouden mittari.
MTO	Make-to-order. Tilausohjautuva tuotantomuoto.
MTS	Make-to-stock. Varasto-ohjautuva tuotantomuoto.

## 1 Johdanto

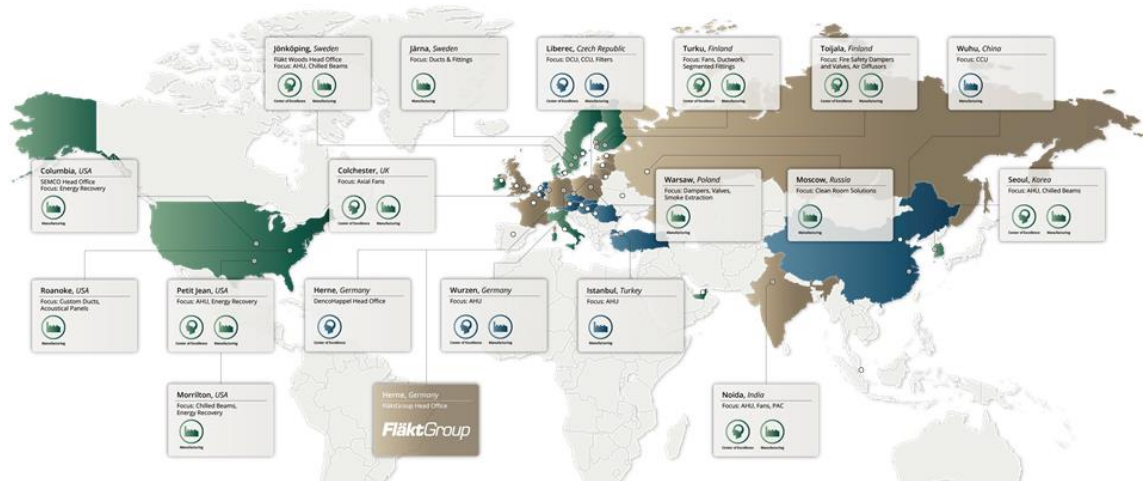
Insinööritöä tehtiin Fläkt Woods Oy:lle ja erityisesti sen yksikölle, joka valmistaa ilmastoinnin päätelaitteita Toijalassa. Kilpailtu toimintaympäristö aiheuttaa vaatimuksia tuotantoprosessien tehokkuudelle. Tuotantoprosessien tehokkuuden kehittäminen ja seuranta ei olisi mahdollista ilman että ymmärretään laajemmin sen vaikutukset ja tunnetaan perusteet. Työssä tutkitaan ilmanvaihtoventtiilien tuotannonohjaustavan nykytilaa ja sen lainalaisuuksia case-yrityksessä. Insinööritöissä tutustutaan mahdollisuuksiin, joita erilaisilla tuotannon ohjauspisteillä, työkaluilla ja materiaalinhallinnan parametreilla voitaisiin saavuttaa. Tämän lisäksi annetaan ehdotuksia helpommista jatkotoimenpiteistä ja laajemmista jatkotutkimushankkeista.

### Case yritys

Fläkt Woods Oy on osa Fläkt Groupia, jonka omistaa pääomasijoitusyhtiö Tritonin hallinnoima rahasto. Fläkt Groupin muodosti uusi omistaja Triton, vuonna 2016 kun se yhdisti menestyksekkäät DencoHappelin ja Fläkt Woods Groupin. Triton omistaa 30 yhtiötä, joiden yhteenlaskettu liikevaihto on 15 miljardia euroa. Fläkt Group on maailmanlaajuinen energiatehokkaiden ilmapäästelyratkaisujen toimittaja, joka tarjoaa asiakkaille korkealaatuisia ratkaisuja sisäilman viihtyvyyden ja hyvinvoinnin tuottamiseksi. Lukuisten yritysjärjestelyjen jälkeen vuonna 1909 perustettu yritys, käsittää nykyisin huollon lisäksi kahdeksan eri toimintoa:

- Air Treatment
- Air Diffusion
- Air Movement
- Air Management & Air Terminal Devices
- Air Distribution
- Air Filtration
- Air Conditioning & Heating
- Controls.

Kuvassa 1 on esitetty Fläkt Groupin 16 tuotantolaitosta, joista kolme Suomessa, ja seitsemän Center of Excellence-Tuotekehitysyksikköä, joista kaksi sijaitsee Suomessa. Maailmanlaajuisesti Fläkt Groupilla on 3700 työntekijää, joista pääsääntöisesti Suomessa työskentelee 350 henkilöä, ja sen liikevaihto on 680 miljoonaa euroa, josta Suomen osuus on 100 miljoonaa euroa.



Kuva 1. Fläkt Groupin tuotantolaitokset ja tuotekehitysyksiköt (Fläkt Woods Oy 2018).

Toijalan tuotantoyksikkö kuuluu Air Management & Air Terminal Devices -toimintoon ja valmistaa ilmanvaihtoventtiileitä, -säleikköjä, -hajottajia ja -säätimä sekä palo/savunhallintapeltejä. Toimipaikalla työskentelee noin 120 henkilöä. Insinöörityö tehtiin sen venttiiliolosastolle ja koskettaa noin viidenkymmenen henkilön päivittäistä työskentelyä. (Fläkt Woods Oy 2018.)

#### Tutkimusongelma ja työn tavoitteet

Tutkimustyö tehdään Gemba-walkin avulla seuraamalla kohdeyrityksen tuotantoa ja kiinnittämällä erityistä huomiota kasvaneisiin välivarastoihin. Uusien tuotteiden valmistamisen mahdollistamiseksi oli tarpeen miettiä, miten se nykyisessä työympäristössä sujuvasti tehdään tuotannon ohjauspistettä muuttamalla. Keskenäiseen tuotantoon (KET) sitoutunut pääoma ja tuotannon kiertonopeus on havaittu keskeisiksi ongelmiksi. Näiden lisäksi on huomattavissa krooninen pula tilasta ja vapaista kuljetusyksiköistä (Bigbox). Työn päämääränä on löytää keinoja tilan ja vapaiden kuljetusyksiköiden saamiseksi sekä uusien tuotteiden valmistamiseen tarvittavien koneiden mahtumiseen työskentely-ympäristöön, asiakaspalvelulupauksen muuttumatta.



Tavoitteena on kuvata ja analysoida tuotannon nykytilaa, tutustua erilaisiin ohjaustapoihin sekä etsiä vaihtoehtoja osien kierron parantamiseksi ja keskeneräisen tuotannon määrän vähentämiseksi. Näiden lisäksi tavoitteena on esittää mahdollisia kehitysehdotuksia tutkimuksen tulosten perusteella.

### Tutkimusmenetelmä

Työn tutkimuksellinen lähestymistapa on toimintatutkimus. Toimintatutkimuksen keskiössä on tutkinta ja olemassa olevien käytäntöjen muutos etsimällä niihin uusia ratkaisuja. Toimintatutkimukselle on tyypillistä

- käytännönläheisyys
- ongelma-keskeisyys
- ratkaisunhaku
- tutkittavat ja tutkija yhteistyössä aktiivisina toimijoina.

Tutkimus on voimakkaasti käytännönläheinen ja siihen osallistetaan organisaatiossa toimivat ihmiset, joiden päivittäinen työ koskee tutkimuksen aihetta. Tutkimuksen avulla etsitään ratkaisuja ongelmiin yhteistyöllä ja aktiivinen tekeminen tutkimuksen ohella on myös tunnuksenomaista. Tutkimusmenetelmää käytettäessä on valmistauduttava siihen, että muutos voi jäädä tapahtumatta tai se saattaa olla toisenlainen kuin alussa on suunniteltu. Tutkimuksessa kuitenkin tuotetaan aineistoa jatkokehityshankkeille, vaikka aiotut käytännön muutokset eivät toteutuisikaan. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006: 41–42.)

### Työn rajaukset

Rajauksena on simuloida ja kokeilla uutta ohjaustapaa vain tietyllä tuoteryhmällä, jota kutsutaan pilottihankkeeksi. Pilotti tehdään ilman investointeja teknisiin ratkaisuihin. Layout-muutoksia ei työssä tutkita. Pilotin perusteella voidaan tutkia vaikutuksia tuotannon virtauksen paranemiseen, ohjattavuuden paranemiseen, varastojen arvoon, kiertonopeuden muutokseen, optimaalisiin sarjakokoihin, vapautuneeseen lattiatilaan ja kopioitaessa ohjaustapa koko tuotantoon, sen kerrannaisvaikutuksista.

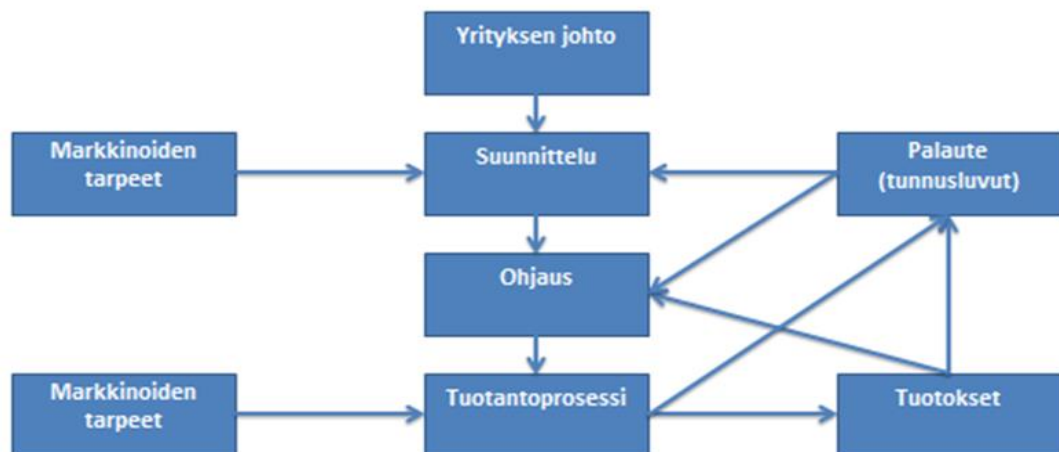
## Työn rakenne

Työ alkaa toiminnanohjauksen ja materiaalinhallinnan kuvaamisella ja selvittää niiden lainalaisuuksia erityisesti valmistavassa teollisuudessa. Kirjallisuuden pohjalta tuon esille tyypillisiä tuotannonohjauksen ongelmakohtia ja käsitteitä. Luvussa kolme esitellään lean-filosofiaa, toimivia työkaluja ja sen käyttöönoton haasteita. Tietopohjaisuus jatkuu tuotantoprosessien kehittämisellä kuvaten tarkemmin sen suunnittelua.

Luvussa 4 esitellään tuotannon lähtötilanne, haasteet ja ohjataan niistä kehityskohteet. Seuraavassa luvussa esitetään tuotannonohjauksen suunnittelun lähtökohdat ja tavoitteet. Tuotannonohjauksen muutosvaiheen prosessi kuvataan tarkempina suunnitelutehtävinä. Ohjaustavan simuloimiseksi tehdyn pilottihankkeen suunnittelu, toteutus ja arviointi esitellään yksityiskohtaisesti luvun lopussa. Johtopäätökset esitellään luvussa 6 ja se sisältää tuloksien arvioinnin lisäksi myös ehdotukset jatkotoimenpiteistä ja jatkotutkimushankkeista. Nykyiselle tuotannonohjaukselle esitetään kehitysajatuksia sekä ilmaistaan jatkotoimenpiteiden suositukset ja mahdolliset jatkotutkimushankkeet.

## 2 Toiminnanohjaus ja materiaalinhallinta

Toiminnanohjauksella, jota esitetään kuvassa 2, käsitetään laajasti eri toimintojen ja tehtävien hallintaa ja suunnittelua. Valmistavassa teollisuudessa valmistuksenohjaus on keskeinen osa toiminnanohjausta, mutta kokonaisuudessa ohjattavana on myös tuotekehitys, myynti, hankinta, tuotannonkehitys ja logistiikka. Koneiden, prosessien, laitteiden, työvoiman ja materiaalien tehokas ja järkevä käyttö on organisoitava ja ohjattava.



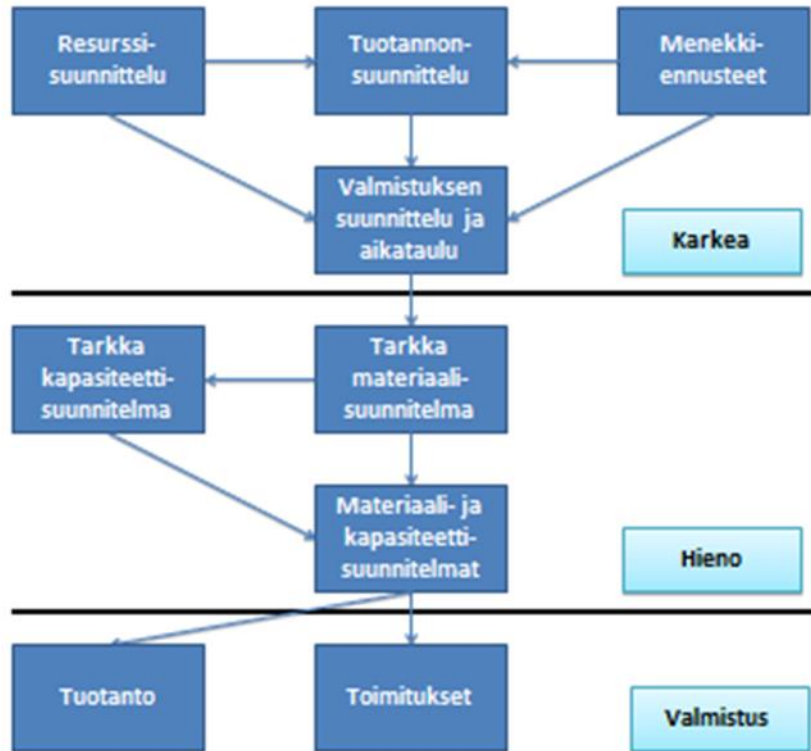
Kuva 2. Toiminnanohjaus yksinkertaisesti kuvattuna, jossa nuolet osoittavat informaatiovirtaa (Haverila ym. 2009:397).

Valmistetaanpa sitten suuria projektitoimituksia kappalemäärällisesti vähän, esimerkiksi ydinvoimaloita tai pienempää hyllytavaraa paljon, on yrityksen suunniteltava toimintonsa järkevästi ollakseen kannattava. Tavoitteena on ohjata toimintaa pelisäännöillä ja toimintaperiaatteilla, joita suunnitellaan ja muokataan ulkoisten markkinoiden ja prosessin sisältä tulevan tiedon ja tunnuslukujen avulla. (Haverila ym. 2009:397; Arnold 1998:15.)

### 2.1 Valmistuksen ohjaus

Kuva 3 on yksinkertaistettu kuvaus valmistuksenohjauksen ja suunnittelun toiminnoista. Täydellisempänä se sisältäisi informaationsyötteitä ja palautekanavia. Valmistuksen ohjaus ja suunnittelu voidaan jakaa karkea- ja hienosuunnitelmaan ja itse valmistukseen. Karkeasuunnitelmaan kuuluvat ne toiminnot, jotka määrittelevät

toiminnan suunnat. Menekkiennuste sisältää tiedot kaikesta, joka vaatii tuotannon resursseja ja josta tuotannonsuunnittelu tuottaa syötteen valmistuksensuunnittelulle. Valmistuksen aikataulu on tarkemmin osiin avattu aikataulu, jolla ohjataan itse valmistusprosessia. Resurssisuunnittelulla varmistetaan, että yrityksellä on kapasiteettia valmistaa tuotteet tai palvelut nyt ja tulevaisuudessa.



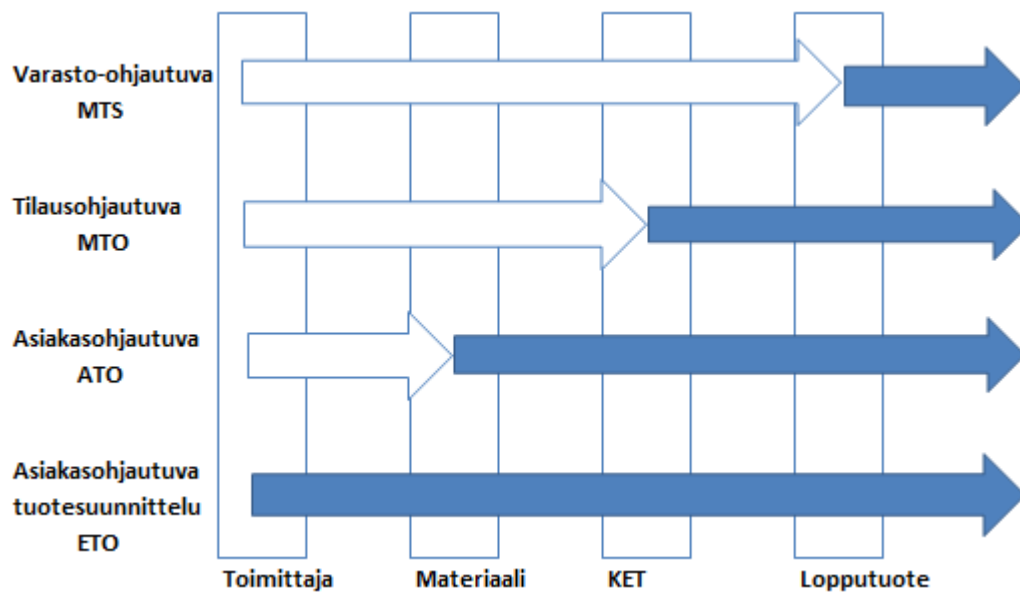
Kuva 3. Yksinkertaistettu luonnos valmistuksenohjauksen ja suunnittelun toiminnoista (Jacobs ym. 2011: 4).

Hienosuunnitelma sisältää ne toiminnot, joilla varmistetaan materiaalin saatavuus ja se, että käytettäviä resursseja on, kun niitä tarvitaan. Valmistuksen aikataulu antaa signaalin hankkia tarvittavat materiaalit niin, että ne ovat käytettävissä oikeaan aikaan.

Valmistuksessa tapahtuu itse suunnitelmien toteutus, eli valmistus ja valmiiden tuotteiden toimitukset. Tämän osan toiminnot vaihtelevat tuoterakenteen ja tilauksen kohdentamispisteen mukaisesti. Palveluiden ja tuotteiden tuottamisessa on myös eroja, mutta myös paljon samoja lainalaisuuksia. (Jacobs ym. 2011: 445.)

## 2.2 Tilauksen kohdentamispiste

Tilauksen kohdentamispistettä voidaan tarkastella pisteenä, josta lähtien asiakastilaus ohjaa tuotantoa. Se on piste, josta eteenpäin yritys, eikä enää asiakas, vastaa ajoituksesta ja materiaaleista, joita pitää ostaa, valmistaa tai kokoonpanna juuri oikeassa tuotantomuodossa. Kuvassa 4 on esitetty nuolien kohtaamispisteellä missä muodossa ja missä sijoituspisteessä varastot sijaitsevat. (Haverila ym. 2009: 447—448.)



Kuva 4. Tilauksen kohdentamispisteen vaikutus varastojen sijoituspisteeseen eri tuotantotyypeillä (Haverila ym. 2009:448).

Tuotantomuotoja voi olla samassa valmistavassa yksikössä erilaisia, riippuen tuotteiden räätälöinnin asteesta. Tällöin myös varastojen sijoituspaikat vaihtelevat tuotantomuodosta riippuen. Yleisimpiä tuotantomuotoja ovat

- varasto-ohjautuva tuotanto (make to stock, MTS)
- tilausohjautuva tuotanto (make to order, MTO)
- asiakasohjautuva kokoonpano (assemble to order, ATO)
- asiakasohjautuva tuotesuunnittelu (engineer to order, ETO). (Haverila ym. 2009: 448—449.)

Varasto-ohjautuvalle tuotantannolle (MTS) on ominaista lyhyet toimitusajat, halpa hinta, suuret volyymit ja vakioitu tuote. Tilausohjautuvaa tuotantoa (MTO) käytetään kun osia

ja komponentteja valmistetaan varastoon ja kokoonpano suoritetaan asiakas tilauksille. Vasiakasohjautuvaa kookoonpanoa (ATO) käytettäessä tuote räätälöidään eikä asiakastilaus ohjaa koko ketjua, vaan materiaalivarastoja. Asiakasohjautuva tuotesuunnittelu (ETO) on tuotantomuodoista toimitusajaltaan kaikista pisin. Tuote räätälöidään täysin asiakkaan toiveen mukaan. Materiaalipuskurien sijoituspaikka riippuu siis prosessin tuotantomuodosta, toimitusajoista, tuoterakenteesta ja tuotteen asiakaskohtaisen suunnittelun määrästä. Sijoitus vaikuttaa oleellisesti toimituskykyyn, toimitusajan määrittelyyn ja tuotannonsuunnittelu periaatteisiin. (Haverila ym. 2009: 448.)

### 2.3 Kapasiteetti

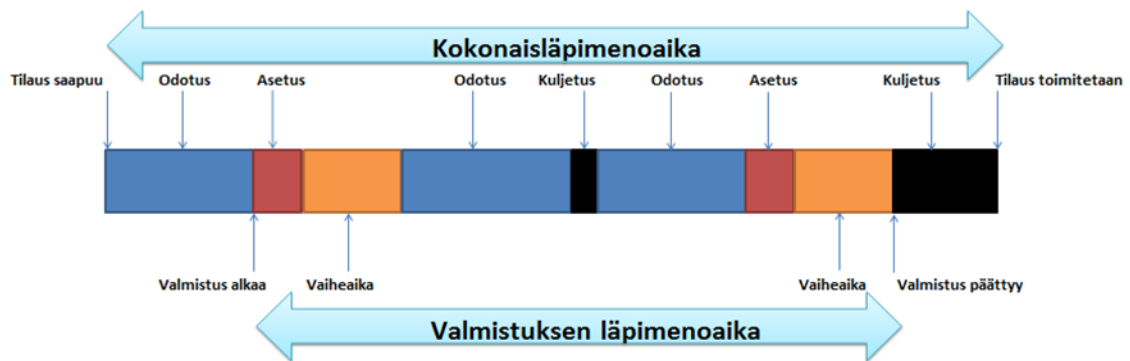
Kapasiteetti on mittari, jolla kuvataan kykyä valmistaa tuotteita aikayksikössä. Toiminnanohjauksen kannalta tavoitteena on pitää kapasiteetti korkeasti tuottavana. Samalla valmistuslinjalla eri tuotteiden kapasiteetit voivat poiketa merkittävästi. Jos tuotanto on vakioitu, mitattu ja standardoitu, voidaan samalla tuotantolinjalla kuitenkin valmistaa erilaisiakin tuotteita, jos se toiminnallisesti on järkevää. Tällöin kapasiteetti kannattaa määritellä tuotantoresurssin käyttöaikana. Esimerkiksi valmistuslinjan kapasiteetti voidaan ilmoittaa muodossa 80 tuntia/viikko. (Haverila ym. 2009:399—402; Arnold 1998:16.)

Kysyntä ja kapasiteetti on syytä pyrkiä pitämään tasapainossa keskenään. Jos kysyntää ei ole tarpeeksi, on kapasiteetti osittain tuottamatonta. Jos taas kysyntää on kapasiteettia enemmän, asiakas kärsii. Kun tarve luodaan teknisin edistyksin, esimerkiksi investoimalla uuteen koneeseen, puhutaan pitkän ajan kapasiteetin nostosuunnitelmasta. Kun taas koneet eivät ole suunnitelmallisesti täydessä käytössä, helpoin tapa nostaa kapasiteettia kysynnän tasolle on työvuorojen lisääminen. (Haverila ym. 2009:366; Arnold 1998:16.)

### 2.4 Läpimenoaika

Läpimenoajalla tarkoitetaan tyypillisesti kokonaisaikaa, tilauksen saapumisesta toimitukseen. Kun puhutaan valmistuksen läpimenoajasta, tarkoitetaan tuotteen valmistamiseen kuluvaa aikaa. Kuva 5 selittää näiden eron. Läpimenoaika ei ota

kantaa siihen, mitä tuotteelle tai tilaukselle tapahtuu sen aikana, se kertoo vain kokonaisajan tilauksesta toimitukseen. Useasti läpimenoaika käsitetään vakiona, jota mitataan, mutta ei voida muuttaa. Pikemminkin se tulisi ymmärtää parametrinä, jota tulisi hallita ja pyrkiä minimoimaan. Tyypillisesti suurin osa läpimenoajasta on odotusta ja jalostavan ajan osuus jää erittäin pieneksi. (Haverila ym. 2009:401; Jacobs ym. 2011:279—280.)



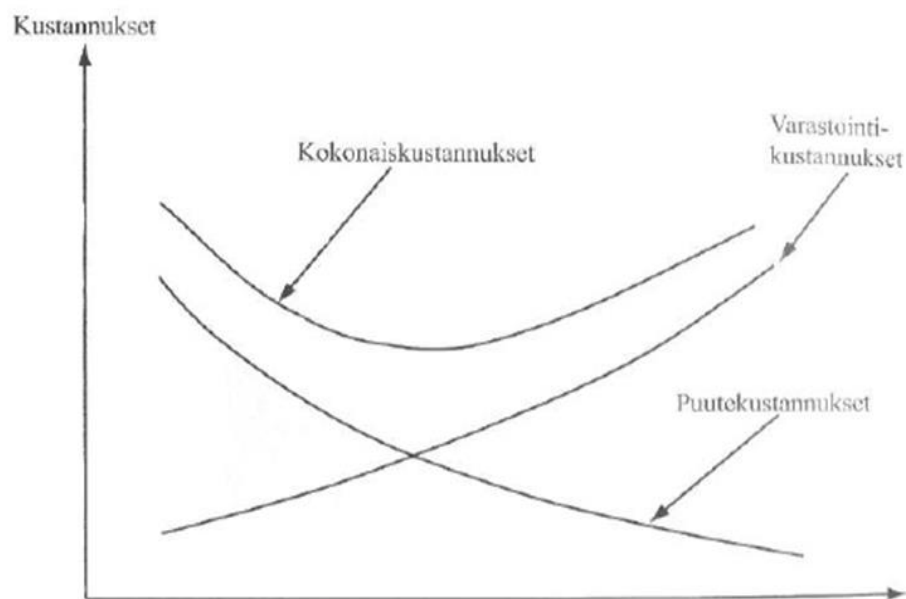
Kuva 5. Tilauksen kokonaisläpimenoajan ja tuotteen valmistuksen läpimenoajan tyypillinen rakenne (Haverila ym. 2009:401).

Yksi toiminnanohjauksen tavoitteista on tuotannon suunnittelu siten, että tilausten ja valmistuksen tuotantoerien läpimenoajat ovat mahdollisimman lyhyet. Läpimenoajan lyhentyessä keskeneräiseen tuotantoon sitoutunut pääoma laskee, tällöin myös varastonkiertonopeus paranee. Kuitenkin työpisteissä, joissa korkea käyttöaste on tärkeää, jonkin verran keskeneräistä tuotantoa tarvitaan. Myös tuotantomuotojen erilaisuudesta johtuen työpisteiden välillä voidaan tarvita keskeneräistä tuotantoa. Se esiintyy yleensä varmuusvarastoina. Tämän lisäksi lyhyet läpimenoajat edesauttavat toimitusvarmuuden, laadun ja kapasiteetin suunnittelun kehittämisessä. (Haverila ym. 2009:402; Jacobs ym. 2011:280.)

## 2.5 Materiaalinhallinnan tavoitteet

Materiaalinhallinnaksi voidaan käsittää kaikki yrityksessä tapahtuva materiaalin hankinta, vastaanotto, varastointi ja jakelu, eli siis ohjataan kaikkia materiaalivirtoja toimittajalta aina asiakkaalle saakka. Yhä pienentyneet varastot ja kiristyneet toimitusaikavaateet tekevät materiaalinhallinnasta haastavan kokonaisuuden. (Haverila ym. 2009: 443.)

Materiaalinhallinnalla on kaksi päätavoitetta, määritellyn palvelutason ylläpitäminen ja materiaalihallinnan kokonaiskustannusten minimointi. Tämä ristiriita on esitetty kuvassa 6. Haluttu palvelutaso lopputuote-, puolivalmiste- ja materiaalivarastoissa syntyy tuotteiden saatavuudesta sekä toimitusajan pituudesta. Toimintoja tulee kehittää siten, että ne palvelevat sekä omaa tuotantoa että loppuasiakasta. Materiaalitoiminnoilta vaadittu palvelutaso on yksi keskeisimmistä yritysjohton tekemistä strategisista päätöksistä. (Haverila ym. 2009: 443.)



Kuva 6. Varastotason vaikutus kustannuksiin (Haverila ym. 2009: 445).

Materiaalihallinnan kokonaiskustannusten minimoinnissa on kyse muustakin kuin hankintahinnasta. Samalla pitää huolehtia yrityksen resurssien maksimaalisesta käytöstä. Hankintapäätöksiä tehdessä pitää miettiä, miten päätökset vaikuttavat kokonaiskustannuksiin. Kokonaiskustannuksiin vaikuttaa

- materiaallinen hinta
- oston kustannukset
- kuljetus-, vastaanotto-, ja tarkastuskustannukset
- varastointikustannukset
- jakelukustannukset
- materiaalivirheiden kustannukset tuotannossa
- puutekustannukset



- reklamaatiokustannukset
- varaston vanhenemiskustannus.

Varastojen merkitys yrityksen kustannuksiin on suuri. Tarpeettomat varastot, ylimääräiset materiaalit, suuret eräkoot, keskeneräinen tuotanto tai valmiiden tuotteiden pitkäaikainen varastointi aiheuttavat lisäkustannuksia, kasvattavat tuotannon läpimenoaikoja sekä haittaavat ongelmien havaitsemista. Varastot ovat yksi merkittävistä yrityksen riskitekijöistä. Varaston vanhenemiskustannukseksi voidaan laskea tuotteen vanheneminen joko teknisesti tai taloudellisesti. Taulukossa 1 esitetään varastoinnin kustannusten synty vuositasolla jokaista 100000 euron erää kohti. Kuvaavaa on, että tyypilliseen kokonaiskustannukseen tulee erän hinnan lisäksi huomioida taulukon esittämä 14,5—36 prosentin kustannus.

Taulukko 1. Esimerkki varastoinnista syntyvistä kustannuksista suhteessa varaston arvoon (Haverila ym. 2009: 444.)

<b>Sitotuneen pääoman korko</b>	<b>10 % - 20 %</b>	<b>10 000 € - 20 000 €</b>
<b>Hävikki</b>	<b>2 % - 5 %</b>	<b>2 000 € - 5 000 €</b>
<b>Työvoimakustannukset</b>	<b>1 % - 5 %</b>	<b>1 000 € - 5 000 €</b>
<b>Tilaukustannukset</b>	<b>1 % - 5 %</b>	<b>1 000 € - 5 000 €</b>
<b>Vakuutukset</b>	<b>0,50 % - 1 %</b>	<b>500 € - 1 000 €</b>
<b>Yhteensä</b>	<b>14,50 % - 36 %</b>	<b>14 500 € - 36 000 €</b>

Varastotasojen ja ostoerien pienentäminen laskee varastointikustannuksia, mutta voi nostaa hankinta- ja puutekustannuksia. Tätä ristiriitaa ei kannata miettiä joko varastotasojen ja ostoerien pienentämisenä tai hankinta- ja puutekustannusten minimointina vaan optimoida kokonaiskustannukset kuitenkin saavuttaen vaadittu palvelutaso. (Haverila ym. 2009: 445—46; Arnold 1998: 8.)

## 2.6 Varastojen suunnittelu

Varastotasojen suunnittelu on yksi keskeisimmistä materiaalihallinnon tehtävistä. Ne on pyrittävä pitämään minimissä, mutta taas toisaalta turvattava yrityksen suunniteltu toimituskyky ja palvelutaso. Lopputuotevarastot suunnitellaan palvelukyvyn saavuttamiseksi menekkiennusteiden avulla, kausivaihtelut huomioiden. Lähes jokainen yritys kuitenkin tarvitsee lopputuote- ja materiaalivarastot. Varastoja käytetään

yleensä toimituskyvyn ylläpitoon sekä tuotantoprosessin erilaisten vaiheiden kytkemisessä toisiinsa. Varasto voi siis suunnitellusti kasvaa hiljaisen menekin aikaa ja vastaavasti kovan menekin aikana se purkautuu. (Haverila ym. 2009: 449.)

Materiaali- ja puolivalmisteverastojen pitkän toimitusajan ja kalliiden materiaalien varastotasojen suunnitteluun voidaan käyttää lopputuotteiden tilauskannasta ja menekkiennusteista laskettua materiaalimenekkiä. Lyhyempien toimitusaikojen ja halvempien materiaalien hankinta voi perustua kokemusperäisesti suunniteltuihin varastotasoihin ja tilauspisteisiin. Nämä kokemusperäisesti suunnitellut varastotasot tulisi kuitenkin käydä määrääjoin ja hallitusti läpi pitkän ajan menekin muuttuessa.

Materiaalien ollessa halpoja niiden tilaamiskustannukset voivat olla suhteessa suuret verrattuna varastointikustannuksiin. Tällöin eräkoot ja varastotasot voidaan pitää suhteellisen korkealla, varsinkin jos vanhenemiskustannuksen riski ei ole suuri. (Haverila ym. 2009: 450.)

Varastoja tarvitaan, mikäli materiaalien toimitusajat ja valmistuksen läpimenoaika on pidempi kuin markkinoiden vaatima toimitusaika. Varaston koko ja sijoituspaikka määrittyy asiakkaiden toimitusaikavaatimuksista. Toimitusaikavaatimusten täyttämiseen päästään vain joko materiaalien, puolivalmisteiden tai lopputuotteiden varastoimisella. Joissain tapauksissa varastoja voi esiintyä kaikissa edellä mainituissa muodoissa. Varastojen sijoituspaikkaan vaikuttaa haluttu toimitusaika, käytössä oleva tuotantoprosessi, tuotteen rakenne sekä asiakaskohtaisen suunnittelun määrä. Materiaalipuskureiden sijoittaminen vaikuttaa toimitusajan määrittelyyn, toimituskykyyn sekä tuotannosuunnittelun periaatteisiin. Kuvassa 4, sivulla 7 varastojen sijoituspaikka on tuotantotavasta riippuen materiaali, keskeneräinen tuotanto (KET) tai lopputuote. (Haverila ym. 2009, 447—448.)

## 2.7 Varastojen luokittelu

Varastojen kehittämisen ja ohjauksen kannalta on erityisen tärkeää analysoida varastot niiden syntymekanismin mukaan. Tuotannossa varastoja käytetään toimituskyvyn turvaamiseen, kausivaihteluiden hallintaan, välivarastoina eli työvaiheiden kytkemisenä toisiinsa, kuljetusten ja siirtojen aiheuttamiin varastoihin. Tuotantoprosessin ja toimintojen virheiden varalta pidettäviä varastoja sekä taloudellisesta eräkoosta

johtuvia varastoja esiintyy usein. Kehityksen kannalta näiden kaltaisia varastoja tulisi lähestyä kriittisesti. (Haverila ym. 2009: 446.)

Puskurivarastoilla (varmuusvarastolla) tarkoitetaan toimituskyvyn ylläpitävää varastoa. Usein asiakkaat vaativat niin lyhyitä toimitusaikoja, ettei valmistuksen läpimenoaika niihin riitä. Tällöin yritykset turvautuvat puskurivastoihin, tilaamalla valmiiksi varastoon komponentit, puolivalmisteet tai raaka-aineet, joiden toimitusajat ovat liian pitkät. Puskurivarastoja hyödynnetään myös satunnaisten menekkivaihtelujen tasaamiseen. Puskurivarastojen mitoittaminen perustuu yrityksen haluamaan palvelutasoon. Varastoja saadaan pienennettyä hyvällä suunnittelulla ja menekkitietojen hallinnalla. Varastointitarvetta saadaan pienennettyä lyhentämällä valmistuksen läpimenoaikaa sekä kasvattamalla sen joustavuutta.

Kausivaihtelua voidaan tasoittaa lopputuotteiden varastoinnilla. Edellytyksenä tälle toimintamallille on, että lopputuotteen varastointikustannukset ovat tarpeeksi alhaiset. Lopputuotteiden varastointia käytetään yrityksissä, joiden kapasiteettijoustojen toteuttaminen on huomattavasti kalliimpaa kuin varastointi. Tällöin kapasiteetti mitoitetetaan keskimääräisen menekin mukaan. (Haverila ym. 2009: 446.)

Välivarastoihin tarve syntyy silloin, kun eri työvaiheiden nopeudet vaihtelevat toisiinsa verrattuna. Tällöin joudutaan varastoimaan keskeneräisiä tuotteita eri työvaiheiden välille mahdollistaakseen eri työvaiheiden kytkemisen toimivaksi tuotantoprosessiksi. Tuotteita siirretään yleensä erissä, mikä kasvattaa varastoja. Erillisten vaiheiden määrä tuotantoprosessissa määrittelee välivarastojen suuruudet. Välivarastojen suuruuteen vaikuttavat myös työvaiheiden väliset etäisyydet ja tuotetyyppien määrä. Välivarastojen haittana ovat valmistuksen läpimenoajan pidentyminen, pääoman sitoutuminen sekä lisääntyvä laatuvirheiden määrä, siksi välivarastojen määrä tulee minimoida tai välttää kokonaan. (Haverila ym. 2009: 446—447.)

## 2.8 Varaston valvonta

Varaston valvonnalla tarkoitetaan varastojen tarkkaa ja ajantasaista kirjanpitoa. Valvonnan avulla voidaan havaita jos jostain syystä prosessi tuottaa ylimääräisiä varastoja. Varmuuden vuoksi varastoon valmistettavat tuotteet vievät varastotilaa, sitovat pääomaa ja henkilöstöä, jolloin syntyy hukkaa. Näiden lisäksi mahdollisten

laatuvirheiden havaitseminen voi olla käyttöhetkellä jo myöhäistä. Varastovalvonnan menetelmiä ovat hankinta tilauksen perusteella, varastokirjanpito, visuaalinen valvonta, inventointi ja kaupintavarasto.

Kun materiaalia ei varastoida, vaan se hankitaan asiakastilauksen perusteella, puhutaan hankinnasta tilauksen perusteella. Menetelmää käytetään kun menekki on epävarma, materiaali on kallista, mutta toimitusaika lyhyt. Usein alihankkijat hankkivat materiaalinsa vasta päämiehen tilauksen perusteella.

Varastokirjanpidolla huolehditaan varastosaldojen, kulutuksen ja hankinnan paikkansapitävyydestä tietojärjestelmässä. Lisäksi on mahdollista seurata tulevaa kulutusta ja tehdä taustalla tarvelaskentaa. Kun tarvelaskentaan asetetaan hälytysrajoja, syntyneestä tilausimpulssista aloitetaan hankinta tai valmistus. Kirjanpidolla seurataan ja ohjataan lopputuotteita, puolivalmisteita ja materiaaleja.

Kun nimikkeet ovat halpoja, niiden menekki tasainen ja toimitusaika lyhyt, on usein menetelmänä käytössä visuaalinen valvonta. Yleisimpänä keinona on kahden laatikon menetelmä, jossa ensimmäisen laatikon tyhjennyttyä tehdään tilaus ja otetaan toinen laatikko käyttöön. Nimikemäärä on mitoitettu tällöin siten, että käytössä olevan laatikko riittää nimikkeen toimitusajan verran. Menetelmä voi olla käytössä oman tuotannon sisällä tai toimittajan kanssa.

Inventointia suoritetaan varastokirjanpidon virheiden karsimiseksi. Jos tuoterakenteen mukainen materiaalihukka vaihtelee, on varastokirjanpidon hyödyntäminen vaikeaa. Tällöin ajantasainen varastokirjanpito saavutetaan vain tarpeeksi usein toistuvalla ja säännöllisellä inventoinnilla.

Kaupintavarastolla tarkoitetaan toimittajan kirjanpidollisesti omistamaa varastoa, joka fyysisesti sijaitsee asiakaalla. Tällöin omistus ja vastuu siirtyy, kun nimike fyysisesti kulutetaan. Varaston täydennys on toimittajan vastuulla. (Haverila ym. 2009: 450—453.)

### 3 Lean ja tuotantoprosessin kehittäminen

Lean on ajattelutapa, jossa organisaatioiden ja henkilöstön ongelmaratkaisutaitojen järjestelmällinen kehittäminen on kaiken keskiössä. Se tarkoittaa työyhteisön toimintamallien perusteellista ja avointa arviointia sekä niiden jatkuvaa parantamista. Yksi päätavoitteista leanissa on läpimenoajan lyhentäminen. Kuitenkin lean sisältää lukuisia menetelmiä, työkaluja ja teorioita, joita hyväksikäyttämällä voidaan päästä itse lean-ajattelu- ja käytösmallien sisälle. Lean pohjimmiltaan on jatkuvaa parantamista ja sopeutumista.

Lean-toiminnan filosofia on syntynyt tarpeesta muutokselle, jossa ulkoiset paineet pakottivat muuttamaan tapaa toimia. Lean-ajattelun lähtökohta perustuu japanilaisten valmistavan teollisuuden tuotantoon ja erityisesti Toyota Motor Corporationin innovaatioihin toisen maailmansodan jälkeen. Näihin innovaatioihin, jotka johtuivat resurssien vähydestä ja kovasta kilpailusta, kuuluvat muun muassa just-in-time (JIT) tuotantomalli, imuohjauksen kanban-metodi ja erityisesti hukan poisto. Myöhemmin lean-työkalujen kehityksen myötä ajattelutapaa on voitu muokata valmistavan teollisuuden ulkopuolelle. Juurruttuaan muutaman sukupolven yli nykyjohtajiin, lean filosofiaa käytetään laajasti logistiikassa ja jakelussa, palveluissa, terveydenhuollossa, rakennusteollisuudessa ja jopa julkishallinnossa. (Myerson 2012: 1—18)

#### 3.1 Työkaluja

Yleinen väärinymmärrys leanissa on, että itse työkalut itsessään ratkaisisivat ongelmat. Niiden tehtävänä on kuitenkin kerätä, organisoida ja tunnistaa prosessin ongelmat. Lean-ajattelun mukaisesti kenen tahansa on nostettava ongelmat esille ja organisaation itsessään ratkaistava ongelmat hyväksikäyttäen työkaluja. Prosessien tuntemus ja ongelmanratkaisutaidot auttavat juurisyiden etsinnässä ja niiden ratkaisemisessa. Työkalujen hyväksikäytön taustalla on lean-ajattelutavalla suuri merkitys. Ongelmien ratkaisu tarkoittaa usein sisäisten käytäntöjen ja toimintatapojen muutosta. Näin ollen myös johtamis- ja käyttäytymistavat ovat jatkuvan parannuksen piirissä. (Myerson 2012: 72—75)

## Hukan vähentäminen

Lean on asiakaslähtöinen prosessijohtamisen malli, joka keskittyy seitsemän erilaisen turhuuden eli tuottamattoman toiminnon, poistamiseen. Se on siis toiminta ja ajattelutapa, jossa virtausta ja jalostusarvon osuutta maksimoidaan poistamalla hukkaa. Näin sisäisiä prosesseja parantamalla saadaan asiakastyytyväisyys kasvamaan ja myös toiminnan kustannuksia alas.

Näiksi seitsemäksi yleisesti tunnistetuksi hukaksi voidaan laskea seuraavat ilmiöt:

- Tarpeeton kuljettaminen. Kaikenlainen turha liike, myös ihmisten, aiheuttaa hukkaa, koska asiakasarvo ei kasva tuotteiden liikuttelulla edestakaisin eri työvaiheiden välillä.
- Tarpeettomat varastot. Ylimääräiset materiaalit, suuret eräkoot, keskeneräinen tuotanto tai valmiiden tuotteiden pitkäaikainen varastointi aiheuttavat lisäkustannuksia, kasvattavat tuotannon läpimenoaikoja sekä haittaavat ongelmien havaitsemista.
- Tarpeeton liike työskentelyssä. Kaikenlainen ylimääräinen liike työvaiheiden aikana, kuten esimerkiksi etsiminen, kurottelu, osien ja työkalujen keräily ovat hukkaa, koska ne eivät tuo lisäarvoa itse tuotteeseen.
- Odottelu ja viivästykset. Kaikenlainen odottelu sekä erilaiset viivästykset tuotannossa aiheuttavat hukkaa, koska ne eivät tuo lisäarvoa asiakkaalle.
- Ylituotanto. Varmuuden vuoksi varastoon valmistettavat tuotteet vievät varastotilaa, sitovat pääomaa ja henkilöstöä, jolloin syntyy hukkaa.
- Ylikäsittelyllä tarkoitetaan asiakkaan kannalta turhia asioita, kuten ylilaatuisia ja huonoilla tai väärillä työkaluilla ja menetelmillä tehtyjä viallisia tuotteita.
- Laatuvirheet aiheuttavat turhaa työskentelyä, lisäävät materiaalin kulutusta, kuluttavat kapasiteettia ja aiheuttavat reklamaatioita. Niiden korjaaminen on hukkaa.

Hyödyntämätöntä potentiaalia voidaan pitää kahdeksantena hukkana, ja sillä tarkoitetaan työntekijän luovuuden tai osaamisen käyttämättömyyttä. (Myerson 2012: 19—25)

## 5S

5S on kehitystyökalu erityisesti työympäristön toimivuuden organisointiin, joka pitää myöskin ymmärtää jatkuvana toimintamallina, eikä yksittäisenä parannuskampanjana. Kun 5S sisäistetään täydessä laajuudessaan, se estää monen edellisen vaiheen hukan syntymistä ja näin ollen laskee tuotannon kustannuksia. Niiden lisäksi se parantaa tehokkuutta, vähentää etsintään käytettyä aikaa ja visualisoi työn kulkua. Ennen kaikkea se toimii kuitenkin kaikkien kehitystoimintojen perustana. 5S osallistaa ja innostaa ihmisiä oman työympäristönsä suunnitteluun ja järjestämiseen. Sen vaiheet ovat:

- Lajittelu (Sort, Seiri).
- Järjestely (Store, Seiton).
- Puhdistus (Shine, Seiso).
- Standardointi (Standardize, Seiketsu).
- Sitoutuminen (Sustain, Shitsuke).

Ensimmäisessä vaiheessa työpisteeltä poistetaan kaikki sinne kuulumattomat tavarat. Seuraavaksi työpiste järjestetään ja merkitään kaikki työssä tarvittavat tavarat omille paikoilleen ja helposti saatavaksi. Puhdistuksessa luodaan järjestelmä työpisteen siistinä ja toimintakuntoisena pitämiseen. Neljännessä vaiheessa luodaan työpisteen visuaalinen siisteys- ja järjestystaso. Viimeisessä vaiheessa sitoudutaan järjestelmää ja tehdään siitä rutiininomaista. Siisteys ja järjestys takaavat turvalliset työskentelyolosuhteet, ja kuudes S turvallisuus (Safety, Anzen) tulee edellä mainittujen sivutuotteena. (Myerson 2012: 48—55.)

## Arvovirtakuvaus

Arvovirtakuvausta (Value Stream Map) käytetään virtauksen esteen tunnistamiseen ja priorisointiin. Oikeiden ongelmien tunnistaminen ja niiden ratkaiseminen ovat keskeisiä tehokkuuden eli nopeuden nostamisessa. Arvoketjuanalyysin keskiössä on, että yrityksen kilpailuetu rakentuu arvoa luovista toiminnoista ja niiden välisistä sidoksista. Toiminnot ovat joko yrityksen sisäisiä tai yritysten välisiä. Arvo määräytyy sen mukaan, paljonko asiakas on valmis maksamaan tuotteesta tai palvelusta. Toiminta on kannattavaa, jos asiakkaalta saatava hinta ylittää tuotteen tai palvelun tuottamisen

kustannukset. Kilpailuetu saavutetaan tuottamalla tuote tai palvelu halvemmalla kuin kilpailijat tai erilaistamalla ne tuottamaan asiakkaalle enemmän arvoa. (Myerson 2012: 116—118.)

### Gemba-läpikävely

Helpoin tapa tutustua asioihin on mennä paikan päälle katsomaan. Idea on siinä, että se, joka vastaa muutoksien tekemisestä, hallitsee kokonaisuuden ja tutustuu siihen itse näkemällä ja keskustelemalla. Ei luoteta pelkkiin raportteihin tai mittareihin, vaan haetaan tietä sieltä missä se syntyy. Tietoa havainnoidaan näkemällä, kuuntelemalla ja esittämällä avoimia kysymyksiä. Gemba-läpikävelyllä on syytä olla avoin, kohtelias, kunnioittava, helposti lähestyttävä ja utelias. Olennaista on kävellä prosessi sen kulkusuuntaan läpi ja samalla nähdä, miten tieto siirtyy tiimiltä toiselle ja missä on asiakasnäkökulmasta suurimmat haasteet. (Torkkola 2015: 125.)

### 5 x miksi

Lean työkaluista 5 x miksi on kehitetty ongelman juurisyyn löytämiseksi. Ideana on että, jokainen vastaus johtaa uudelleen kysymykseen ”miksi”, kunnes juurisyys on löydetty. Ennen kun juurisyys on löydetty, kaikki vastaukset ovat vain ongelman seurauksia, eikä niihin ole syytä keskittyä. Usein uskotaan, että korjaamalla seuraus päästään nopeasti jatkamaan tuotantoa. Seuraamalla johtolankoja juurisyyn asti, päästään keskittymään todelliseen ongelmaan ja ratkaisemalla se, välttämään kaikilta sen aiheuttamilta seurauksilta. Se on osallistava, konkreettinen ja helppokäyttöinen työkalu työympäristön ongelmien syiden selvittämiseksi. Kuvaavaa on ettei korjata oiretta, vaan kun juurisyys on löydetty, voidaan keskittyä sen korjaamiseen. (Myerson 2012: 72—73; iSixSigma:2018.)

## 3.2 JIT-tuotanto

Just-in-time eli JIT-tuotanto on käsite, jossa osia tuotetaan vain seuraavan tuotantovaiheen, tai asiakkaan tarpeen mukaan. Tämän vuoksi Suomessa on käytössä myös muoto JOT, juuri oikeaan tarpeeseen. Tunnusomaista JIT-tuotannolle on korkea tuottavuus, alhaiset varastot, korkea laatu ja nopea läpimenoaika. JIT-tuotantomalli vaatii selväpiirteisen tuotannon, jossa tuotannonohjaus, layout ja materiaalivirrat on järjestettävä mahdollisimman tehokkaaksi ja selkeäksi. Tuotteiden ja tehtävien



toistuvuus on suuri, näin ollen materiaalivirrat saadaan pidettyä ohuina. Tuotteiden vaihtelu tuoteperheen sisällä voi olla nopeaa, mutta laajemmassa kokonaisuudessa volyymi pitää saada mahdollisimman tasaiseksi. (Haverila ym. 2009:428; Myerson 2012: 77—78.)

Olennaista JIT-tuotannon kehittämiseksi on asetusajojen lyhentäminen. Apuvälineenä siinä voidaan käyttää SMED-mallia (single minute exchange of dies). Asetusaikojen pienentyessä taloudelliset eräkokoot pienenevät, mikä taas lyhentää automaattisesti läpimenoaikoja. (Ayers 2006: 356; Arnold 1998: 399.)

Läpimenoaikojen lyhentyessä keskeneräisen tuotannon määrä vähenee vastaavasti, koska varastojen määrää voidaan pienentää. Asiakkaan vaatimat toimitusajat on näin mahdollista toteuttaa laadukkaalla JIT-tuotannolla, eikä sitomalla pääomaa turhiin varastoihin. Ohjausmuotona voi toimia esimerkiksi kanban-imuohjaus. Pienet eräkoot ja nopea läpimenoaika asettavat vaateita myös laadukkaalle toiminnalle. Tuotanto pysähtyy nopeasti virheisiin, jotka ennen pystyttiin piilottamaan korkeisiin varastotasoihin. Virheet tulevat nopeasti esille, mikä asettaa paineen niiden nopealle korjaamiselle. Näin se osaltaan toimii laadun kehittämisen ajurina. (Haverila ym. 2009:428—429.)

Japanissa syntyneestä massatuotantomallista JIT poikkeaa merkittävästi. Massatuotannossa pyritään hankkimaan ja valmistamaan materiaaleja ja tuotteita suurissa erissä yksikkökustannusten minimoimiseksi. Pienerävalmistus pitää materiaalivirrat ohuina ja helpottaa reagointia asiakastarpeen tai laadun muutokseen. Laadun poikkeamat aiheuttavat nopeasti tuotannon pysähtymisen. Tästä syystä kaikki osapuolet, työntekijät, toimittajat ja alihankkijat ymmärtävät virheiden vaikutuksen ja pyrkivät ennaltaehkäisemään ne. Kun JIT laajennetaan toimittajayhteistyöhön, toimiakseen tehokkaasti se tarkoittaa hyviä toimittajasuhteita tai luo tarpeen niiden kehittämiseksi. (Haverila 2009: 361; Mentzer 2004:172—173.)

### 3.3 Tuotantoprosessin kehittäminen

Muutokset syntyvät kokeilunhalusta tai olosuhteiden pakosta. Jos toiminnassa huomataan vaikeuksia, muutosta aletaan pohtia. Innovoivat ihmiset haluavat kokeilla muutoksia, sillä vanhaan toimintatapaan voidaan usein palata. Jos taas teknisen

kehityksen edetessä, jokin vanha komponentti ei ole enää saatavilla, syntyy muutos pakosta. Olkoon kyseessä kumpi tahansa tilanne, kehittäminen kannattaa ajatella kehitysprojektina, jonka menestyksessä erityisesti projektiosaamisella on merkittävä rooli. (Laamanen 2005: 294.)

Kehitysprojektin esiselvitystä tehdessä tulisi vakavasti arvioida sen tarkoitusta, tavoitetta, aikatauluja ja vastuita, miten aikaansaannoksia hyödynnetään ja miten koko projektia seurataan. Taulukko 2 antaa esimerkin kysymyksistä, joihin pitäisi löytyä vastaukset jo ennen projektin aloittamista.

Taulukko 2. Kehitysprojektin suunnitelma (Laamanen 2005: 303).

<b>Tarkoitus</b>	<b>Mitkä ovat nykytilan puutteet tai ongelmat, joihin haetaan ratkaisua?</b>	<b>Millainen on toimintatapa nyt ja tulevaisuudessa?</b>	<b>Miten muutokset liittyvät organisaation tavoitteisiin? Mitä muita hyötyjä saavutetaan?</b>
<b>Tavoite</b>	<b>Minkä suorituskyvyn prosessissa uskotaan muuttuvan kehitystyön seurauksena? (Tunnusluku, yksikkö, arvon muutos)</b>	<b>Millä muilla havainnoilla voidaan todeta kehitystyön tarkoituksen toteutuneen?</b>	
<b>Aikataulu ja vastuut</b>	<b>Kuka on kehitysprosessin vetäjä?</b>	<b>Mitä aikaansaannoksia syntyy prosessissa ja mihin mennessä?</b>	
<b>Aikaansaannosten hyödyntäminen</b>	<b>Milloin uusi toimintatapa otetaan käyttöön?</b>	<b>Millä tavalla kehitystyön tuloksista viestitään?</b>	<b>Mitkä ovat hankkeen riskit ja miten niihin aiotaan varautua?</b>
<b>Seuranta</b>	<b>Mitkä ovat kehitysprojektin seurantapisteet?</b>	<b>Miten projektista raportoidaan johtoryhmällä?</b>	

Tuotantoprosessin kehitystarpeita pystyy havainnoimaan tunnuslukujen avulla. Oleellista on tietenkin ymmärtää oikeat seurattavat tunnusluvut. Seuraamalla tilastollista kehitystä tunnusluvuissa, voidaan löytää oikeat kehityskohteet. Ulkoinen tieto kehitystarpeiden määrittelyssä on myös olennaista. Markkinoiden muutos,

teknologia ja asiakkaiden toiminta ovat seurattavia ulkopuolisia asioita. Merkittävä voimavara kehitystarpeiden suunnittelussa on oman organisaation hiljainen tieto. Sen suuntaaminen yrityksen strategian kannalta olennaiseksi kehitysprojektiksi on haastavaa, mutta samalla keskitytään juuri niihin ongelmiin, jotka toistuvat prosessin parissa käytännössä toimivien henkilöiden työssä. (Laamanen 2005: 296—306.)

## 4 Venttiiliosaston lähtötilanne

Fläkt Woods Oy:n Toijalan yksikkö jalostaa peltiarkeista tai –keloista ilmastoinnin päätelaitteita, jotka pääasiassa maalataan jauhemaalilla. Lähes kaikki venttiiliosaston tuotteet perinteisesti tehtiin varasto-ohjautuvana tuotantona (MTS), kunnes asiakaskohtaisiin vaatimuksiin oli osin vastattava tilausohjautuvaa tuotantomuotoa (MTO) hyväksikäyttäen. Tuotannon virtaus on suunniteltu Fläkt Woodsilla alun perin lähtökohdiltaan oikeanmuotoiseksi. Materiaalivirrat etenivät suhteellisen suoraviivaisesti tuotannon läpi. Pääpiirteissään toiseen päähän ilmastointiventtiilien tehdashallia toimitetaan peltiä ja toisesta päästä toimitetaan asiakkaille valmiita tuotteita. Kuitenkin lähes kolmessakymmenessä vuodessa, kun halli on ollut olemassa, tarpeet uusista ja erilaisista tuotteista ovat muuttuneet. Tähän saakka kaikkien uusien tuotteiden valmistamiseen on löytynyt tilaa, mutta ne ovat aiheuttaneet tuotannon virtaukseen heikentymistä. Tuotannon tilanpuutteen vuoksi järjestetyissä suunnittelu- ja kehityspalavereissa arvovirtakuvausta selkeytettiin 5 x miksi-työkalun avulla. Etukäteen kaikilla tuotannon toimihenkilöillä oli tiedossa huono virtaus prosessissa, mutta kun se kuvattiin, oli kaikille selkeää, mihin suunnittelukapasiteettia kannattaa keskittää.

Huono virtaus näkyy erityisesti tarpeettomana kuljettamisena ja tarpeettomana liikkeenä työskentelyssä. Samalla heikko kontrolli varastotasoista ja tuotantoeristä ovat aiheuttaneet turhaa pääoman sitoutumista keskeneräiseen tuotantoon, läpimenoajan pidentymistä, tilanpuutetta ja pulaa vapaista kuljetusyksiköistä. Vaikka monilla alueilla on hyvää yritystä nähtävissä, 5S-toimintatapaa ei täysin sisäistetä. Vaiheita on otettu käyttöön, mutta tuotannon työntekijöiden haastattelujen ja keskustelujen perusteella sen ymmärtäminen jatkuvana toimintamallina on puutteellista. Uusien tuotteiden ollessa suunnitteluvaiheessa, huoli tilanpuutteesta pakotti ajattelemaan asioita uudelleen. Tutustuminen tuotannon toimintoihin ja nykytilaan suoritettiin Gemba-kävelyn avulla.

### 4.1 Pilottihankkeen lähtötiedot

Ongelmat, jotka liittyvät pääpiirteissään samoihin ilmiöihin, on havaittu ympäri tehdasta. Alkupään tuotanto kaipaa tyhjiä kuljetusyksiköitä, joihin ajaa osia, maalaamo tuskailee maalattavien tuotteiden varaston kanssa ja vaikka tavaraa on ketjussa paljon liikkeellä, kookoonpanolla ei ole tarvittavia osia. Suuret varmuusvaraston täyttöerät saattavat

tukkia koko tuotannon, ja samalla asiakastarve jää täyttämättä. Insinööritö rajattiin koskemaan vain STQA-tuoteryhmää, sillä se sisältää kaikki maalaus- ja pinnoitusvaihtoehdot, joita vakiona valmistetaan. Kuva 7 esittää STQA-tuloilmaventtiiliä ja siinä on nähtävillä sen kaksi maalattavaa ja/tai pinnoitettavaa osaa.

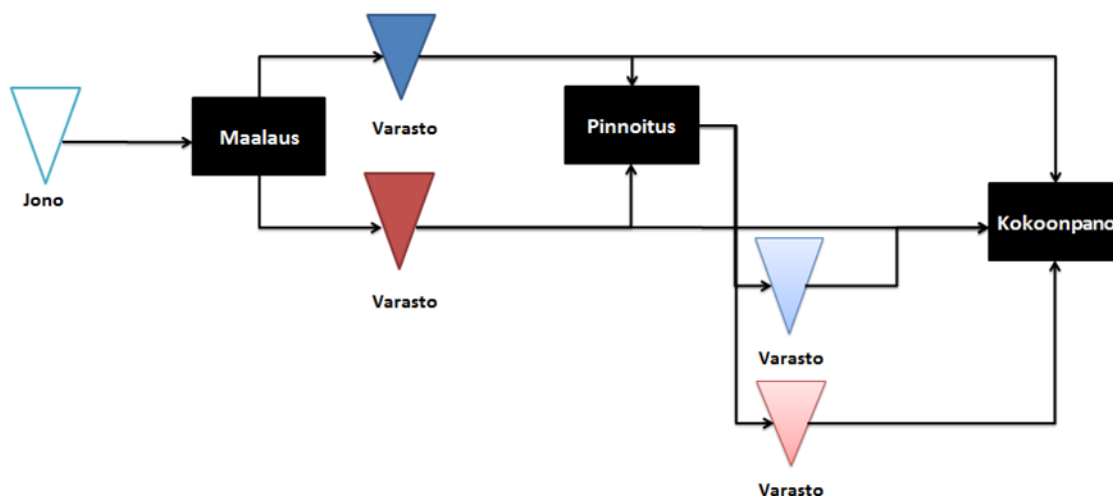


Kuva 7. STQA-tuloilmaventtiili, rei'itetty etulevy ja takana runko

Lähtötilanteessa STQA:n kokoonpanoa varten varastoitui etulevyjä ja runkoja molempia vakiovärejä RAL9010, RAL9003 ja näistä vielä CV-pinnoitettu ja pinnoittamaton versio. CV tarkoittaa CleanVent-pinnoitetta, joka estää likaa tarttumasta ja ruiskutetaan erikseen CV-linjalla. Varmuusvarastotaso oli määritelty kaikille etulevyille ja rungoille keskimääräiselle yhden viikon riitolle. Maalaamattomat ja sävyyn RAL9010 maalatut olivat samassa varastosaldossa, samalla ollen kuitenkin niin sanottu menekkituote. Se tarkoitti näiden väriversioiden osalta vaikeaa ohjattavuutta ja suunnitelmaan nähden moninkertaista varastotasoa.

Kuvassa 8 pystykärkisillä värillisillä kolmioilla on kuvattu suunnitellut puskurivarastot molemmille väri vaihtoehdoille. Maalaamosta maalataan kahta väri versiota. Näitä molempia varastoidaan samassa fyysisessä muodossa, mutta eri nimikkeillä joko kokoonpanoa tai pinnoitusta varten. Fyysisesti ne ovat samannäköisiä. Tällöin on mahdollista, että pinnoitus pinnoittaa osia varmuusvarastoon ja kokoonpano tarvitsisi pinnoittamattomia osia asiakastilauksiin. Maalaamattomia osia prosessikaaviossa kuvataan tyhjällä kolmiolla, nimikkeenä osat tässä varastossa ovat kuitenkin samoja

kuin väriin RAL9010 maalatut. Ohjattavuuden ja varaston kasvaneiden arvojen kannalta tilanne on erittäin huono.



Kuva 8. Lähtötilanne, jossa paljon ylimääräisiä varastoja.

STQA-tuoteryhmä vastaa noin seitsemää prosenttia koko venttiiliosaston varaston arvosta ja viittätoista prosenttia liikevaihdosta. Osaa muistakin venttiiliosaston tuotteista ohjataan samalla tavalla. Maalaamoa on venttiiliosaston osalta pyritty ohjaamaan FIFO-periaatteella, jossa viikonpäiväkorttien mukaan on pyritty ohjaamaan ensiksi jonoon tulleita ensin maalaamon läpi. Jos FIFO-periaatteen mukainen maalausjärjestys ei ole riittänyt, kokoonpanotiimit pyytävät maalattuja osia tuotantosuunnitelman mukaisesti, niin sanotulla kiirellisten maalattavien taululla. Osittain venttiiliosaston ulkopuolisetkin tiimit, kuten hajottajat ja säleiköt kuormittavat maalaamoa. Säleiköt on pyritty ohjaamaan maalaukseen saman päivän aikana, eli ne maalataan niin sanotusti ohituskaistalla, eikä niiden tuotteiden vaatima maalaus aika näy toiminnanohjausjärjestelmässä maalaamon osalta. Näiden lisäksi häiriöt prosessissa voivat aiheuttaa muita kiireitä, jotka käsitellään tapauskohtaisesti.

Kokoonpanotiimien olisi lähtökohtaisesti pystyttävä noudattamaan tuotantosuunnitelmaa, mutta edellä mainitut ongelmat voivat estää sen. Silloin voidaan kysyä työnjohdosta, mikä on oikea tapa jatkaa töitä. Useimmin työntekijät pystyvät itse ratkaisemaan ongelman ja työllistämään itsensä, mutta se ei aina välttämättä ole oikea tapa asiakastarpeen täyttämiseksi. Joka kerta kun tuotantosuunnitelmasta joudutaan poikkeamaan, tarkoittaa se turhaa katkosta prosessiin ja näin ollen työ ei jalostu.

## 4.2 Haasteet

Kun teknisiin haasteisiin ei puututa, suurimmat haasteet keskittyvät nimenomaan tuotannonohjaukseen. Asiakkaan toimitusaikavaatimukset eivät sinällään ole muuttuneet, mutta heille tarjottava tuotemix on kasvanut. Vuonna 2016 toiseksi vakioväriksi venttileissä tuli RAL9003. Tämä tarkoitti kaksinkertaistunutta osien varmuusvarastoa, vaikka kokonaismenekki ei kasvanut. Erityisesti uutta vakiovärisävyä tilattiin suurina erinä normaalilla toimitusajalla, mutta kuitenkin harvoin. Keskimääräinen viikkomenekki ei siis muuttunut kahden vakiovärisävyyn tullessa käyttöön, mutta tilaustapa aiheutti käytössä olleella ohjaustavalla varastojen merkittävän kasvun, jotta samalla asiakkaan palvelulupaus pystyttiin täyttämään. Uuden värisävyyn osien varmuusvarasto ei kuitenkaan ollut menekkinsä puolesta mitoitettu samalle tasolle vanhan ja ennen ainoan vakiovärin kanssa, mutta varastopaikoissa ja laatikoiden käyttöasteessa sen jo pian huomasi.

Taulukko 3. Pilotin aikana tehdyn seurannan tuloksia.

Haaste	Mahdollinen syy	Seuraus	Toimenpide
Ei tuotantosuunnitelman mukaisia osia kokoonpanossa.	Osat maalaamatta maalaamon jonossa	Tuotantokatko	Tarkempi tuotannonohjaus. Varmuusvarastotasot määriteltävä uudelleen.
Tilanpuute maalaamon käytävällä	Liian suuret varmuusvaraston täytöt	Työ hidastuu merkittävästi ja työturvallisuus kärsii	Tarkempi tuotannonohjaus. Varmuusvarastotasot määriteltävä uudelleen.
Ei tyhjiä laatikoita tuotannon alkupäässä	Liian suuret varmuusvaraston täytöt	Tuotantokatko	<del>Ostetaan lisää laatikoita.</del> Tarkempi tuotannonohjaus. Varmuusvarastotasot määriteltävä uudelleen.

Keskittymistä seurannassa vain yhteen tuoteryhmään kutsuttiin pilottihankkeeksi. Pilotoinnin alussa tiimeihin jaettiin taulukko 3:n mukainen keruutaulukko mahdollisista haasteista ja niihin johtavista mahdollisista syistä. Jo pian tuli selväksi suurimmat ja toistuvimmat ongelmat, joten seuranta keskeytettiin jo ennen pilotin päättymistä. Tiimeille annettiin ensin mahdollisuus arvioida itsenäisesti syitä, seurauksia ja

toimenpiteitä haasteisiin. Yhteistyössä työntekijöiden, tuotannosuunnittelun ja työnjohdon kanssa päädyttiin toimenpiteisiin, joista toistui tuotannonohjauksen ja varmuusvarastotasojen tarkennukset. Sinänsä laatikoiden lisähankinta on tapa estää laatikoiden puute, mutta juurisyyyn ollessa muualla se sivuutettiin.

#### 4.3 Kehityskohteet

Nopeat muutokset varastotasoihin tehtiin jo hyvin pian haasteiden keruun jälkeen. Venttiiliostasojen keskeneräinen tuotanto on käytännössä halpoja vakiotuotteita, joten päätökset tehtiin työnjohdon ja tuotannosuunnittelun päivittäisten rutiinien ohessa. Samalla opittiin tekemään parametrimuutoksia tuoterakenteisiin ja ymmärtämään tarkemmin parametrien vaikutuksia tuotannon ja talouden kokonaisuuteen. Tuoterakenne, nimikemuutokset ja vaiheistukset koettiin suuremmaksi projektiksi, joka päätettiin suorittaa yhteistyössä tuotannon kehitysosaston kanssa.



## 5 Tuotannonohjauksen suunnittelu

Venttiliosaston lähtötilanne oli silmin nähden sekaisessa tilassa. Osapuutteita oli paljon, mutta samanaikaisesti varaston arvot olivat merkittävän ylhäällä. Alustavan tutkimuksen pohjalta, päätettiin tutkia varastotasojen käyttäytymistä seuraamalla niitä ensin kahden viikon jakson ajan, jonka keskiarvo kuvasi tarkalla tavalla niinsanottua normaalitilannetta. Tutkimusosuudessa tarvittuja varastosaldoja kerättiin QAD-toiminnanohjausjärjestelmästä ja niitä tietoja käsiteltiin liitteen 1 mukaisessa Excel-tilukossa. Tekemällä taulukkolaskentaa saatiin helposti käsiteltyä suurta määrää tietoja ja huomattiin selkeästi miten eri parametrit vaikuttivat todellisuuteen. Tärkeät tunnusluvut, kuten varaston kiertonopeus ja varaston riitto, olivat helposti laskettavissa. Tietoja hankittiin eri sidosryhmiltä tuotannon toimihenkilöiltä ja työntekijöiltä aina talousosastolta asti. Haastattelututkimuksen ja seurannan pohjalta päämäärä asetettiin tuotannonjohdosta.

### 5.1 Suunnittelun lähtökohdat ja tavoitteet

Nykytilan selvittämiseksi piti saada prosessi kuvattua prosessikaaviolla, jota on kuvattu kuvalla 8 sivulla 24. Jo prosessin aukipiirtäminen näytti ongelmien kertymisen. Pilotoinnin seurannan jälkeen selkeiksi tavoitteiksi asetettiin keskeneräiseen tuotantoon sitoutuneen pääoman alentaminen, varastotilan vapauttaminen ja ohjattavuuden helpottaminen. Taulukossa 4 kuvataan pääkohdat löydöksistä.

Taulukko 4. Ongelmat tavoitteineen, ratkaisuneen, rajoitteineen ja mahdollisine muine saavutuksineen

<b>Nykytila (ongelma)</b>	Varaston arvot korkealla	Ei vapaata tilaa tuotannossa	Ohjattavuus heikko
<b>Tavoite</b>	KET:in alentaminen	Varastotilan vapauttaminen	Ohjattavuuden parantaminen
<b>Ratkaisu</b>	1.Ohjauspisteen muutos 2.Ohjausparametrit korjattava	1.Ohjauspisteen muutos 2.Ohjausparametrit korjattava	1.Ohjauspisteen muutos 2.Nimikkeiden muutos
<b>Rajoitteet (haasteet)</b>	1.Rersurssi varattava 2.Osavalmistuksen kontrolli	1 Resurssi varattava 2.Osavalmistuksen kontrolli	1.Resurssi varattava 2.Maalaamon tarkka ohjaus
<b>Muuta mahdollista saavutettavaa</b>	Läpimenoajan lyhentäminen Seurattavuuden parantuminen	Varastointilaatikoiden vapautuminen	Virtauksen parantuminen

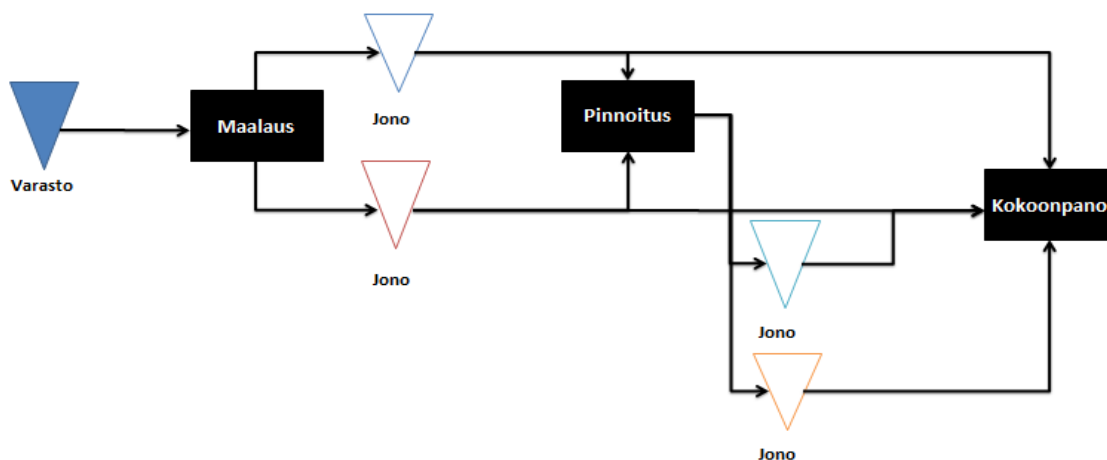
Kun ratkaisut ongelmiin on toteutettu antaa ne mahdollisuuksia aloittaa suunnittelemaan optimaalista eräkokoa. Kapasiteetin joustokyky ratkaisemiseen ei tässä kohtaa puututtu. Kun asiakastarve ohjaa maalaamoa, eikä mikään muu, Työ rajattiin teknisten ratkaisujen keksimiseen, mutta voidaan jo tässä vaiheessa kiinnitettiin huomiota mihin sitä pitää kohdentaa.

## 5.2 Työvaiheiden, nimikkeiden ja ohjeiden suunnittelu

Suurimmat muutokset kohdistuivat maalaamoon ja työhön nimikkeiden ja tuoterakenteen vaiheistuksen suunnittelussa. Tuotannon organisaatio suunnitteli nimikkeet, vaiheistuksen ja rakenteet. Tuotannonkehitys ja IT-osasto toteutti suunnitelman mukaisesti. Laajempi tuntemus kyseisestä tuotannosta oli erittäin merkittävässä osassa suunnittelussa. Nimikemuutokset tuotannon ollessa käynnissä aiheutti ylimääräistä varastokirjanpidon seurantaa, mitä pyrittiin välttämään ohjeistamalla tuotantoa jatkuvasti.

## 5.3 Varastotasojen suunnittelu

Varastotasojen suunnittelu tehtiin sen perusteella kuinka monta kertaa maalamattomien osien varastoa täydennetään vikossa. Tämä taso suunniteltiin keskimääräisen viikkomenekin pohjalta. Ainoa suunniteltu varasto (kuvassa 9 sininen kärkikolmio) on maalaamattomissa osissa.



Kuva 9. Ohjaustapa muutettuna.

Varmuusvarastoa täydentävien osavalmistuksen sarjojen yhdistelyjakso lyhennettiin, jotta saatiin osille parempi kierto. Haasteena tälle oli että kaikki STQA-osat kuormittivat samaa osavalmistuksen epäkeskopuristinta.

## 6 Johtopäätökset ja yhteenveto

Työn päätavoitteessa onnistuttiin, sillä laskelmien perusteella varastoarvoja ja läpimenoaikaa saatiin laskettua sekä uuden tuotannon tarvitsema lattiapinta-ala saatiin järjestettyä. Tuotannon ohjauspisteen muutos mahdollisti muut kehitystoimet. Koko projektin onnistumista voidaan arvioida sen jälkeen, kun tuotannon muutosprojektit on viety loppuun.

### 6.1 Sitouttaminen

Muutoksen johtamisessa on tärkeää ymmärtää ihmisten erilaiset käyttäytymistavat, keitä muutos koskettaa. Erilaisia ihmistyyppien käyttäytymismalleja on kuvattuna taulukossa 5. Ihmiset käyttäytyvät eri tavalla erilaisissa sosiaalisissa tilanteissa ja tapa jolla he sisäistävät uutta tietoa on hyvin erilainen. Ihmisten erilaisuutta on myös hyvä hyödyntää, kun osataan käyttää hyväksi tapaa, jolla he parhaiten saadaan osallistettua muutokseen.

Taulukko 5. Psykologi C.G. Jungin esittämä malli ihmisten käyttäytymisestä sosiaalisissa tilanteissa (Laamanen 2005: 408—410).

<b>Introvertit</b>	<b>Energian suuntautuminen</b>	<b>Ekstrovertit</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarkkailevat</li> <li>• Viihtyvät omissa oloissaan</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hakeutuvat tekemisiin toisten kanssa</li> <li>• Aktiivisia</li> </ul>
<b>Tosiasialliset</b>	<b>Informaation hankinta ja aikafokus</b>	<b>Intuitiiviset</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kiinnittää huomion yksityiskohtiin</li> <li>• Tärkeää miten asiat todellisuudessa ovat täällä hetkellä</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hahmottaa kokonaisuuksia</li> <li>• Tärkeää miten asiat näyttävät kehittyvän</li> </ul>
<b>Ajattelevat</b>	<b>Johtopäätösten tekeminen</b>	<b>Tuntevat</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perustelee päätöksensä rationaalisesti ja loogisesti</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perustelee päätöksensä arvoilla ja tunteilla</li> </ul>
<b>Järjestelmälliset</b>	<b>Ulkoinen tyylinne</b>	<b>Spontaanit</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suunnittelevat tarkasti ja toteuttavat suunnitelmaa</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pitää vaihtoehdot avoimina ja valmis muuttamaan mielipiteitään ja päätöksiään</li> </ul>

Mikään näistä käyttäytymistavoista ei ole sen parempi kuin toinen, vaan on ymmärrettävä miten parhaiten lähestytään tunnistettuja ihmistyyppejä muutoksen aikana. Riippuen kuinka tarkasti eri vaihtoehdoista halutaan saada erilaisia ihmistyyppejä esille, ne voidaan jakaa kahteen päätyyppiin, tekijät ja kehittäjät, neljään perusmalliin tai kuuteentoista tyyppiin.

Muutosprojektissa ihmiset saadaan sitoutumaan muutokseen rakentamalla luottamus henkilöstöön. Avoimella tiedottamisella muutoksen syistä ja tavoitteista saadaan muutostarve tietoistettua. Luomalla muutoksen mittarit ja tuloksista tiedottaminen, motivoi henkilöstöä kun konkreettisia tuloksia on nähtävillä. Myös palkitsemisjärjestelmä tulee sitoa muutoksista aiheutuneeseen hyötyyn, mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Osallistamalla henkilöstö ja kouluttamalla jatkuvasti saadaan aikaiseksi yhteinen tavoite ja keinot millä siihen päästään. Muutosvastarintaa esiintyy sitä vähemmän, mitä enemmän henkilöstö on osallistunut oman työnsä kehittämiseen. Jatkuvalla ja säännöllisellä tiedottamisella on erittäin suuri merkitys. Se voidaan tehdä ottamalla henkilöstön edustajia projektipalaveriinkin mukaan ja vaatia heidän jatkotiedottamaan omalle sidosryhmälleen. Mitä enemmän tiedetään sitä vähemmän luullaan ja sen vähemmän perättömiä juoruja lähtee liikkeelle.

## 6.2 Jatkotoimenpiteiden suositukset

Asiakaspalvelulupauksen täyttämiseksi ja tuotannonsuunnittelun avuksi tulisi kehittää toimintamalli tai työkalu seuraavasta vapaasta mahdollisesta toimitusajankohdasta tilausohjautuville tuote-erille. Ei siis myytäisi ennakoon kiinteillä toimitusajoilla, vaan tapauskohtaisesti annettaisiin mahdollisimman tarkkoja toimitusaikoja asiakkaille. Epänormaalien tilausmäärien selvittämiseen on esitetty malli (liite 2), joka perustuu päivittäiseen valvontaan ja jossa sääntöjen pohjalta luodaan viesti tilausmäärä raportteineen asianosaisille.

Tuotteen edestakaista siirtelyä tulee välttää kesken valmistuksen mahdollisuuksien mukaan, koska ne johtavat aina pidentyneeseen valmistuksen läpimenoaikaan sekä vaatii turhaa varastointitilaa. Koko tehtaan layouttia tulee muuttaa myös tuotannon virtauksen järjeistämiseksi. Edestakaisten siirtelyjen lisäksi yrityksen tulee välttää

varastoja, joilla paikataan tuotantoprosessissa tai toiminnoissa tapahtuneita virheitä. Yrityksen on usein helppo paikata nämä virheet ylimääräisellä varastolla, mutta silloin virheen aiheuttajat jäävät huomaamatta eikä niitä saada poistettua.

#### Jatkotutkimushankkeet

Jatkotutkimuksena tulisi kehittää toimintamalli tuotteen elinkaaren hallinnasta ja tuotestrategian muutoksista. Tuotannon näkökulmasta sitä ei olla tehty tarpeeksi tehokkaasti, varsinkaan tuotteen lopettamispäätöksissä. Tuotteen kannattavuuden laskentaa tulisi merkittävästi lisätä. Kun tuotemix muuttuu oleellisesti, se huomataan pitkällä viiveellä ja tuotannon parametrit muutetaan käsin. Yleensä tämä tehdään vasta kun sen aiheuttamat ongelmat jo vaikuttavat tuotantoon. Tietyin rajoituksin dynaamisesti muuttuvat tuotannon parametrit tai hälytykset oleellisista muutoksista helpottaisi tätä työtä ja estäisi ongelmien syntymistä. Tuotannon näkökannasta asiakastarvetta tulisi ohjata hinnoittelulla, toimitusajalla tai minimiäuseräkoolla.

Koska tekniset ratkaisut rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle tulee niistä tutkia mahdollisuudet varsinkin varastointiin ja tuotteiden liikutteluun liittyen. Maalaamossa osat ladotaan käsin maalaustelineisiin. Jotta tarkka laskenta olisi järkevästi hoidettavissa, varsinkin työvuoron vaihteessa, tulisi tekniset mahdollisuudet tutkia. Hukkaa syntyy kun tuotannon eri vaiheissa tehdään ohi kirjanpidon ns. susivaraa. Tuotteiden prosessissa aiheutuva hukka pitää pystyä estämään prosessin parannuskeinoin. Jos kuitenkin hukkaa aiheutuu teknisistä seikoista johtuen, pitää ne estää normaalein kunnossapitotoimin.

Optimaalisen eräkoon laskemiseen on kaava, jonka soveltuvuutta voitaisiin tutkia sekä tuotannon sisäisissä komponenttivalmistuksessa että logistiikkakeskuksen toimituksissa. Tutkittava tuote voitaisiin pilotoida, kuten tässä insinööriyössä. Kuitenkin tilantarve pitää huomioida jos maalaamattomien osien varasto mitoitetaan tilan perusteella eikä menekin.

### 6.3 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli perehtyä erilaisiin tuotannon ohjaustapoihin sekä etsiä vaihtoehtoja osien kierron parantamiseksi. Näiden lisäksi tavoitteena oli esittää mahdollisia

kehitysehdotuksia monitasoisessa tuotantoketjussa tutkimuksen perusteella. Työn aikana ymmärrys ohjausparametreista ja niiden vaikuttavuuksista parani. Varastoja esiintyy tuotannossa sen osien erilaisuudesta johtuen jatkossakin, mutta niiden tasoja voidaan laskea. Varastoja käytetään jotta hyvä palvelukyky voidaan saavuttaa sekä tuotannon sisällä että asiakkaan näkökulmasta. Mitä varastoida, kuinka paljon ja missä sijainneissa, riippuu osien arvosta, kysynnästä, tuotantomuodosta ja tilantarpeesta. Keskeneräisen tuotannon kiertoa nopeutettiin ja varastoimalla vain tarvittavia osia varastoon sitoutuneen pääoman osuutta pienennettiin samalla, kun palvelutaso asiakkaalle saatiin taattua. Samalla tuotannon läpimenoaika lyheni.

Tutkimusosuus alkoi tutustumisella case-yrityksen nykytilaan varastojen osalta ja analyysin kautta mahdollisesti toteutettavan ohjaustavan arviointiin. Muutkin haasteet esitettiin ratkaisuvaihtoehtoineen ja kehitystarpeineen. Tuotannon virtaukseen pystytään vaikuttamaan, mutta se vaatii muutoksia layouttiin. Varastoparametrien muutokset vaikuttivat osittain varastoon sitoutuneeseen pääomaan, mutta merkittäviä tuloksia saavutettiin vasta tuotannon ohjauspistettä muuttamalla. Jatkokehityshankkeiden onnistuminen on oleellista koko tuotantoprosessin kehittämisessä.

## Lähteet

Arnold, J. R. Tony. 1998. Introduction to Materials Management. New Jersey: Prentice Hall.

Ayers, James B. 2006. Handbook of supply chain management. Boca Raton: Auerbach Publications.

Yritysinfo 2018. Verkkoaineisto. <<https://intra.flaktwoods.com/etusivu/yritysinfo>>. Luettu 12.4.2018.

Haverila, Matti, Uusi-Rauva, Erkki, Kouri, Ilkka, Miettinen, Asko. 2009. Teollisuustalous. Tampere: Infacs.

iSixSigma. Verkkoaineisto. <<https://www.isixsigma.com/tools-templates/cause-effect/determine-root-cause-5-whys/>> Luettu 23.4.2018.

Jacobs, F. Robert, Berry, William L., Whybark, D. Clay, Vollmann, Thomas E. 2011. Manufacturing planning and control for supply chain management. New York: McGraw-Hill Companies.

Laamanen, Kai. 2005. Johda suorituskyyä tiedon avulla - Ilmiöstä tulkintaan. Helsinki: Suomen Laatukeskus Oy.

Mentzer, John T. 2004. Fundamentals of supply chain management: Twelve drivers of competitive advantage. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.

Myerson, Paul. 2012. Lean supply chain and logistics management. USA: McGraw-Hill Companies.

Saaranen-Kauppinen, Anita, Puusniekka, Anna. 2009. Menetelmäopetuksen tietovaranto KvaliMOTV. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Verkkoaineisto. <[http://www.fsd.uta.fi/fi/julkaisut/motv\\_pdf/KvaliMOTV.pdf](http://www.fsd.uta.fi/fi/julkaisut/motv_pdf/KvaliMOTV.pdf)>. Luettu 11.4.2018.

Sakki, Jouni. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta. B2B – Vähemmällä enemmän. Helsinki: Jouni Sakki Oy.

Torkkola, Sari. 2015. Lean asiantuntijatyön johtamisessa. Helsinki: Talentum Pro.



## Pilotin tietojen Excel-taulukko

Osa	kpl/avg	varmuusvsto	Ltk määrä	LTK määrä 8.12.	Arvo/kpl	Arvo yht	Arvo 8.12.	vko kulutus
STQA100R	1017	100	6	8	1,94245	1975	2733	679
STQA125R	1589	100	8	1	1,94245	3086	132	983
STQA100R-03	399	0	2	1	1,94245	775	280	391
STQA125R-03	200	0	1	0	1,94245	388	0	65
STQA100CVR	392	300	2	4	2,23331	874	1581	349
STQA125CVR	288	300	2	1	2,23725	645	9	461
STQA100R03CV	283	400	2	0	2,23331	632	0	332
STQA125R03CV	152	150	1	1	2,23725	340	65	100
STQA100R-AI-03	201	0	2	0	1,35218	272	0	445
STQA125R-AI-03	0	0	0	0	1,35218	0	0	70
STQAEL	1738	200	6	9	1,09227	1899	2741	1629
STQACVEL	640	600	3	3	1,38707	887	967	810
STQAEL-03	520	0	2	1	1,09227	568	157	451
STQAEL03CV	273	550	1	1	1,38707	378	47	432
STQAEL-AI-03	0	0	0	0	0,62381	0	0	485
	3846		38	30		12720	8712	
Varastoarvot WIP DL100-102			250			173186		
STQA/WIP DL100-102						7 %		
Säästö STQA			20			6639		
Säästö			130			90392		
		Keskimääräinen tuotantotahti kokoonpanosta/pv						
		1.3.2017-31.8.2017						

**Tilausrajat tilauohjautuville tuotteille**

Material code	MTO raja	Toimitusaika (V)	Toimitusaika (T)
BDEA-6-010	446	3	8
BDEA-6-012	288	3	8
BDEA-6-016	192	3	8
BDEA-6-020	96	3	8
BYSE-300	182	3	8
BYSE-500	130	3	8
BYSE-700	98	3	8
BYSE-850	83	3	8
BYSO-100	60	3	8
BYSO-160	40	3	8
CTVB-100	224	3	8
CTVB-125	192	3	8
CTVB-160	112	3	8
CTVK-100	480	3	8
CTVK-125	240	3	8
DBL-100	320	3	8
DBL-125	288	3	8
DBL-160	144	3	8
DBL-200	64	3	8
DYBH-125	30	3	8
DYBH-160	30	3	8
DYBH-200	30	3	8
DYBH-250	30	3	8
DYBH-315	30	3	8
DYCH-125-6	30	3	8
DYCH-160-6	30	3	8
DYCH-200-6	30	3	8
DYCH-250-6	30	3	8
DYCH-315-6	30	3	8